

**Title:**

**Light source in illumination device of projector, has LEDs arranged such that light rays from LEDs intersect in the same region**

**Patent Assignee:**

SEIKO EPSON CORP

SHIH

**Abstract:**

Abstract (Basic): JP2005128236A

-----  
NOVELTY - LEDs (101) arranged on a substrate (105), radiate light in a specific direction, such that the light rays from the LEDs intersect in the same region.

DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are also included for the following:

(1) illumination device, and

(2) projector.

USE - In illumination device (claimed) of projector (claimed) e.g. liquid crystal projector.

ADVANTAGE - Since the light from the LEDs intersect at the same region, light can be utilized efficiently and supplied to the incidence end face of a rod lens.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a schematic view of a projector.

LEDs 101

solder layers 103

substrates 105

rod lens 112

screen 140

Dwg.1/8

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-128236

(P2005-128236A)

(43) 公開日 平成17年5月19日(2005.5.19)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G03B 21/14  
F21S 2/00  
F21S 8/04  
F21V 8/00  
F21V 13/00

F1

G03B 21/14  
F21V 8/00  
H01L 33/00  
F21M 1/00  
F21M 1/00

B  
L  
H  
M  
R

テーマコード(参考)

2K103  
3K042  
5F041

審査請求 未請求 請求項の数 10 OL (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-363436 (P2003-363436)  
(22) 出願日 平成15年10月23日(2003.10.23)

(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(74) 代理人 100095728  
弁理士 上柳 雅普  
(74) 代理人 100107076  
弁理士 藤岡 英吉  
(74) 代理人 100107261  
弁理士 須澤 修  
(72) 発明者 ▲関▼ 秀也  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内  
Fターム(参考) 2K103 BA02 BA17 CA24 CA29 CA34  
3K042 AA01 AC06 BC09

最終頁に続く

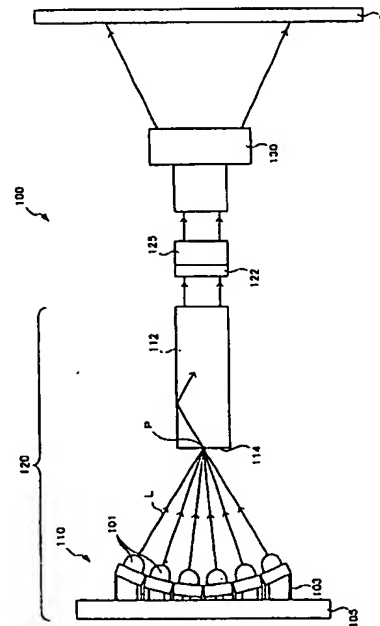
(54) 【発明の名称】 光源装置、照明装置及びプロジェクタ

## (57) 【要約】

【課題】 複数の固体発光素子を用いて効率良く光を利用でき、かつ小型化に適する光源装置等を提供すること。

【解決手段】 特定の方向へ所定の強度の光を進行させる固体発光素子101と、複数の固体発光素子101を所定面上に固定する基板105と、を有し、複数の固体発光素子101は、それぞれの固体発光素子101から特定の方向へ進行する光Lの光路が導光部112の入射端面114上の位置P近傍の略同一の領域に交点を有するように、固定されている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

特定方向へ所定の強度の光を進行させる固体発光素子と、  
複数の前記固体発光素子を所定面上に固定する基板と、を有し、  
複数の前記固体発光素子は、それぞれの前記固体発光素子から前記特定方向へ進行する光の光路が略同一の領域に交点を有するように、固定されていることを特徴とする光源装置。

## 【請求項 2】

前記所定面は、平面であって、  
複数の前記固体発光素子は、前記平面に対する傾きを異ならせて固定されることを特徴とする請求項 1 に記載の光源装置。 10

## 【請求項 3】

前記固体発光素子は、前記固体発光素子の 2 つのリード電極をそれぞれ前記基板に半田付けすることによって固定され、さらに、それぞれの前記リード電極と、前記平面との間のそれぞれの半田層の厚みに応じて、前記平面に対する傾きが決定されることを特徴とする請求項 2 に記載の光源装置。

## 【請求項 4】

前記固体発光素子は、前記固体発光素子の 2 つのリード電極をそれぞれ前記基板に固着することによって固定され、さらに、それぞれの前記リード電極の長さに応じて、前記平面に対する傾きが決定されることを特徴とする請求項 2 に記載の光源装置。 20

## 【請求項 5】

前記平面は、反射面であることを特徴とする請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の光源装置。

## 【請求項 6】

前記所定面は、前記領域の近傍に曲率中心を有する球面、又は放物面であることを特徴とする請求項 1 に記載の光源装置。

## 【請求項 7】

前記基板は、層状の金属部材を有することを特徴とする請求項 6 に記載の光源装置。

## 【請求項 8】

前記球面及び前記放物面は、反射面であることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の光源装置。 30

## 【請求項 9】

光を供給する光源装置と、  
前記光源装置からの光の強度分布を略均一化させる導光部と、を有し、  
前記光源装置は、請求項 1 ～ 8 に記載の光源装置であって、  
前記光源装置の複数の固体発光素子は、それぞれの前記固体発光素子から前記特定方向へ進行する光の光路が、前記導光部の入射端面近傍の領域に交点を有するように、固定されていることを特徴とする照明装置。

## 【請求項 10】

強度分布が略均一化された光を供給する照明装置と、 40  
前記照明装置からの光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置と、  
前記空間光変調装置からの光を投写する投写レンズと、を有し、  
前記照明装置は、請求項 9 に記載の照明装置であることを特徴とするプロジェクタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光源装置、照明装置及びプロジェクタ、特に、複数の固体発光素子を用いる光源装置の技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

固体発光素子は、小型・軽量の発光体である。例えばプロジェクタの光源装置に固体発光素子を用いると、プロジェクタの小型・軽量化を特に促進できる。固体発光素子は、近年の開発により発光輝度が著しく向上している上、長寿命かつ低消費電力であるという特徴も有する。固体発光素子は、駆動電流の制御によって、点灯及び消灯、発光量の調整を高速に行うことも可能である。このため、固体発光素子は、プロジェクタの光源部に好適な発光体である。固体発光素子の発光輝度は向上しているものの、定格限度の電流によって得られる固体発光素子からの光の光量は、プロジェクタの光源装置として用いるには不十分なものである。そこで、プロジェクタの光源装置に用いる固体発光素子を複数とすることが、有効かつ現実的であると考えられる。

【0003】

ここで、プロジェクタには、光源装置からの光の強度分布を均一化するためのインテグレートが設けられている。インテグレートが光の強度分布を均一化することにより、明るさムラのない投写像を得ることができる。インテグレートとしては、例えば、フライアイレンズや、ロッドレンズが用いられる。フライアイレンズは、構造上高価かつ大型であるため、フライアイレンズを設けることによりプロジェクタが高価、大型になると考えられる。これに対して、ロッドレンズは、安価かつ小型である。以上から、小型かつ軽量で、安価なプロジェクタを実現するためには、固体発光素子とロッドレンズとを組み合わせる用いることが有効であると考えられる。アレイ状に設けられた複数の固体発光素子と、ロッドレンズとを組み合わせるプロジェクタの小型化を実現する技術としては、例えば、特許文献1に提案されているものがある。

【0004】

【特許文献1】特開2000-112031号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1に開示されている構成は、固体発光素子をアレイ状に配置する平面領域と、ロッドレンズの入射端面とを略同一の形状とすることにより、固体発光素子からの光をほぼ漏れなくロッドレンズに導くものである。例えば、光量を増加するために固体発光素子の数量を増やすこと、個々の固体発光素子を大型にすることによって、固体発光素子が配置されている平面領域は大型となる。固体発光素子の配線等の配置によっても、固体発光素子が配置されている平面領域は大型となる場合もある。このとき、ロッドレンズの入射端面より固体発光素子を配置する平面領域が大型となると、固体発光素子からの光の一部がロッドレンズに入射されず、光利用効率の低下を招くことがあると考えられる。このため、固体発光素子を配置する平面領域を大型とする場合、ロッドレンズの入射端面も大型にする必要が生じる。

【0006】

ロッドレンズの入射端面を大型とすると、ロッドレンズ自体が大型となってしまう。また、ロッドレンズの形状が太くなると、ロッドレンズ内部における光の反射回数が減少することにより、光の強度分布を十分に均一化することが困難となる。固体発光素子を配置する平面領域を大型にする場合、集光レンズによって固体発光素子からの光をロッドレンズの入射端面に集光することも考えられる。しかし、固体発光素子とロッドレンズとの間に集光レンズを設けると、部品点数が増加する上、固体発光素子とロッドレンズとの間に、光を集光するための所定の空間的間隔が必要となる。このように、複数の固体発光素子を用いると、効率良く光を導くために構成が大型となってしまうという問題を生じる。本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、複数の固体発光素子を用いて効率良く光を利用でき、かつ小型化に適する光源装置、照明装置及びプロジェクタを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明によれば、特定の方向へ所定の

強度の光を進行させる固体発光素子と、複数の固体発光素子を所定面上に固定する基板と、を有し、複数の固体発光素子は、それぞれの固体発光素子から特定の方向へ進行する光の光路が略同一の領域に交点を有するように、固定されていることを特徴とする光源装置を提供することができる。

【0008】

固体発光素子の発光部で発生した光は、全方向へ進行する。例えば、固体発光素子である発光ダイオード素子（以下、「LED」という。）は、通常、先端部にレンズ作用を有する透明樹脂を設けることにより、LEDの中心軸方向へ大きい強度の光を進行させる。このように、特定の方向へ大きい強度の光を進行させるため、固体発光素子は、特定の方向を照明する用途に用いることができる。本発明の光源装置は、複数の固体発光素子から特定の方向へ進行する光の光路が、略同一の領域に交点を有するように固定されている。例えば、中心軸方向へ大きい強度の光を進行させるLEDを複数設ける場合、各LEDの中心軸が、略一点で交わるようにする。このようにして複数の固体発光素子を設けることにより、各固体発光素子からの光を効率良く略一点に供給することができる。各固体発光素子からの光を効率良く略一点に供給できると、例えば、各固体発光素子からの光を効率良くロッドレンズの入射端面に供給することが可能となる。

【0009】

本発明の光源装置は、固体発光素子を配置する領域が大型となっても、各固体発光素子からの光を効率良く略一点に供給することが可能である。このため、固体発光素子を増加させること、個々の固体発光素子を大型とすることによって、光量を増やすことが容易にできる。また、本発明の光源装置は、集光レンズ等を用いず、基板と複数の固体発光素子との簡易かつ低コストな構成により、効率良く光を供給することを可能とする。また、集光レンズ等を用いる必要がないと、固体発光素子からの光を集光するための空間的間隔を設けることも不要である。簡易な構成で、かつ、集光のための空間的間隔も不要であることから、本発明は、小型の構成に適するものである。これにより、複数の固体発光素子を用いて効率良く光を利用でき、かつ小型に適する光源装置を得られる。

【0010】

また、本発明の好ましい態様によれば、上記の所定面は、平面であって、複数の固体発光素子は、平面に対する傾きを異ならせて固定されることが望ましい。複数の固体発光素子を、それぞれ平面に対して傾きを異ならせることにより、それぞれの固体発光素子から特定の方向へ進行する光の光路が略同一の領域に交点を有するように固定する。これにより、光源装置を、効率良く光を利用でき、かつ小型に適する構成とすることができる。さらに、基板を平面状とすることにより、基板を容易に形成することができる。

【0011】

また、本発明の好ましい態様によれば、固体発光素子は、固体発光素子の2つのリード電極をそれぞれ基板に半田付けすることによって固定され、さらに、それぞれのリード電極と、平面との間のそれぞれの半田層の厚みに応じて、平面に対する傾きが決定されることが望ましい。固体発光素子は、2つのリード電極をそれぞれ基板に半田付けする半田層の厚みを互いに異ならせることにより、平面に対して傾けて固定することができる。また、固体発光素子の傾きは、2つのリード電極を半田付けする半田層の厚みの差によって、容易に決定することが可能である。これにより、平面に対する傾きを異ならせて複数の固体発光素子を容易に固定することができる。

【0012】

また、本発明の好ましい態様としては、固体発光素子は、固体発光素子の2つのリード電極をそれぞれ基板に固着することによって固定され、さらに、それぞれのリード電極の長さに応じて、平面に対する傾きが決定されることが望ましい。固体発光素子は、2つのリード電極の長さを互いに異ならせることにより、平面に対して傾けて固定することができる。また、固体発光素子の傾きは、2つのリード電極の長さの差を設けることによって、容易に決定することができる。これにより、平面に対する傾きを異ならせて複数の固体発光素子を容易に固定することができる。

## 【0013】

また、本発明の好ましい態様としては、上記の平面は、反射面であることが望ましい。固体発光素子は、特定の方向へ進行する、大きい強度の光を略一点に供給することができる。これに対して、固体発光素子からの一部の光は、特定の方向以外の方向に進行する。例えば、光源装置から特定の方向に進行する光がロッドレンズの入射端面に供給される場合、特定の方向以外の方向に進行する光は、ロッドレンズの入射端面以外の方向へ進行する。特定の方向以外の方向に進行する光の一部は、ロッドレンズ以外の部材で反射されて、光源装置の方向へ進行する。ここで、平面が反射面であると、ロッドレンズ以外の部材で反射されて光源装置の方向へ進行する光の一部を、ロッドレンズの方向へ進行させることができる。このように、平面を反射面とすることにより、一度特定の方向以外の方向へ進行した光を、特定の方向へ進行させる機会を設けることができる。さらに、反射面として金属部材を用いることにより、固体発光素子からの熱を効率良く放出することも可能である。

10

## 【0014】

また、本発明の好ましい態様としては、上記の所定面は、上記の領域の近傍に曲率中心を有する球面、又は放物面であることが望ましい。球面上に複数の固体発光素子を固定することにより、それぞれの固体発光素子から特定の方向へ進行する光の光路が略同一の領域に交点を有するような構成にできる。基板の所定面を球面とすると、各固体発光素子から特定の方向へ進行する光の光路は、球面の曲率中心位置の近傍で交わる。また、基板の所定面を放物面とすると、各固体発光素子から特定の方向へ進行する光の光路が略同一の領域で交わる構成とすることができる。これにより、光源装置を、効率良く光を利用でき、かつ小型に適する構成とすることができる。さらに、基板自体を球面又は放物面に加工し、その面上に直接固体発光素子を固定すればよいことから、光源装置を容易に製造することができる。

20

## 【0015】

また、本発明の好ましい態様としては、基板は、層状の金属部材を有することが望ましい。基板に金属部材の層を設けると、金属部材の塑性、延性を利用することにより、基板の変形を容易に行うことができる。例えば、プレス加工を施すことによって、平面状に形成された基板を放物面及び球面に変形することができる。さらに、平面状の基板に固体発光素子を固定した後にプレス加工を施すことによっても、光源装置を形成することができる。これにより、容易に光源装置を製造することができる。

30

## 【0016】

また、本発明の好ましい態様によれば、球面及び放物面は、反射面であることが望ましい。球面又は放物面であることから、反射面は、光源装置の方向へ進行する光を所定の領域の方向へ反射させるリフレクタとしての機能を有する。固体発光素子は、特定の方向へ進行する、大きい強度の光を略一点に供給することができる。これに対して、固体発光素子からの一部の光は、特定の方向以外の方向に進行する。例えば、光源装置から特定の方向に進行する光がロッドレンズの入射端面に供給される場合、特定の方向以外の方向に進行する光は、ロッドレンズの入射端面以外の方向へ進行する。特定の方向以外の方向に進行する光の一部は、ロッドレンズ以外の部材で反射されて、光源装置の方向へ進行する。ここで、反射面は、ロッドレンズ以外の部材で反射されて光源装置の方向へ進行する光の一部を、リフレクタ機能によりロッドレンズの方向へ進行させることができる。このように、一度特定の方向以外の方向へ進行した光を、特定の方向へ進行させる機会を設けることができる。さらに、反射面として金属部材を用いることにより、固体発光素子からの熱を効率良く放出することも可能である。

40

## 【0017】

さらに、本発明によれば、光を供給する光源装置と、光源装置からの光の強度分布を略均一化させる導光部と、を有し、光源装置は、上記の光源装置であって、光源装置の複数の固体発光素子は、それぞれの固体発光素子から特定の方向へ進行する光の光路が、導光部の入射端面近傍の領域に交点を有するように、固定されていることを特徴とする照明装

50

置を提供することができる。上記の光源装置を設けることによって、それぞれの固体発光素子からの光を導光部の入射端面近傍の領域に効率良く供給することができる。また、上記の光源装置は、上述のように、小型な構成に適するものである。これにより、効率良く光を利用でき、かつ小型な照明装置を得られる。

#### 【0018】

さらに、本発明によれば、強度分布が略均一化された光を供給する照明装置と、照明装置からの光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置と、空間光変調装置からの光を投写する投写レンズと、を有し、照明装置は、上記の照明装置であることを特徴とするプロジェクタを提供することができる。上記の照明装置は、効率良く光を利用でき、かつ小型な構成にできるものである。これにより、効率良く光を利用でき、かつ、小型なプロジェクタを得られる。

10

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0019】

以下に図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

#### 【実施例1】

#### 【0020】

図1は、本発明の実施例1に係るプロジェクタ100の概略構成を示す。本実施例においては、まず、プロジェクタ100の概略構成について説明し、次いで、光源装置110の構成を詳細に説明する。プロジェクタ100は、光源装置110と、導光部であるロッドレンズ112とからなる照明装置120を有する。光源装置110は、基板105の平面上に、固体発光素子であるLED101を複数固定している。複数のLED101は、いずれも白色光を供給する。また、LED101は、半田層103によって、基板105に固定されている。

20

#### 【0021】

光源装置110からの光は、ロッドレンズ112の入射端面114に入射する。ロッドレンズ112は、光源装置110からの光の強度分布を略均一化させる。そして、ロッドレンズ112は、光源装置110からの光の進行方向に長手方向を有する略直方体形状をなしている。ロッドレンズ112に入射した光は、ロッドレンズ112の界面で全反射を繰り返して、強度分布を略均一化させる。ロッドレンズ112からの光は、カラーフィルタ122に入射する。カラーフィルタ122は、空間光変調装置である液晶表示装置125の入射側に設けられている。液晶表示装置125は、画像信号に応じて、カラーフィルタ122からの光を変調する透過型液晶表示装置である。

30

#### 【0022】

カラーフィルタ122は、光源装置110からの白色光を、赤色光（以下、「R光」という。）と、緑色光（以下、「G光」という。）と、青色光（以下、「B光」という。）とに分離する。カラーフィルタ122は、いずれの不図示の、R光透過カラーフィルタと、G光透過カラーフィルタと、B光透過カラーフィルタとをアレイ状に配置している。各色光透過カラーフィルタに対応して、液晶表示装置125にも、いずれの不図示の、R光用液晶層と、G光用液晶層と、B光用液晶層とが設けられている。カラーフィルタ122のうち、R光透過カラーフィルタを施した部分は、白色光のうち、R成分の光が透過する。これに対して、R光透過カラーフィルタに入射したG成分及びB成分の光は、R光透過カラーフィルタを透過せず、吸収される。

40

#### 【0023】

R光透過カラーフィルタを透過したR成分の光は、液晶表示装置125のR光用液晶層に入射する。R光用液晶層に入射したR成分の光は、画像信号に応じて変調され、液晶表示装置125から射出される。G光、B光についても、R光と同様にして、画像信号に応じて変調され、液晶表示装置125から射出される。このようにして、フルカラー像を得ることができる。液晶表示装置125からの光は、投写レンズ130によってスクリーン140に投写される。

#### 【0024】

50

ここで、超高圧水銀ランプと比較して、LED101をはじめとする固体発光素子を用いる利点について説明する。従来のプロジェクタの光源装置に用いられる超高圧水銀ランプは、高輝度な光を供給できることを特徴とする。しかし、超高圧水銀ランプは、大型かつ重い駆動回路を必要とするため、プロジェクタの小型・軽量化の妨げとなっている。また、超高圧水銀ランプは、立ち上げに数分も要するため点灯及び消灯を高速に行うことはとても困難である上、寿命が短いという短所を有する。これに対して、固体発光素子は小型かつ軽量である。このため、光源装置に固体発光素子を使用することにより、プロジェクタを小型かつ軽量にできる。さらに、固体発光素子は、近年の開発により発光輝度が著しく向上し、長寿命かつ低消費電力であることから光源に適する。このように、固体発光素子は、プロジェクタの光源装置に用いるのに好適である。固体発光素子の発光輝度は向上しているものの、定格限度の電流によって得られる光量であっても、プロジェクタの光源装置として用いるには不十分なものである。そこで、本実施例のプロジェクタ100の光源装置110のように複数の固体発光素子を用いることは、プロジェクタを構成する上で有効かつ現実的であると考えることができる。

10

#### 【0025】

次に、光源装置110の構成について詳細に説明する。光源装置110の各LED101は、それぞれ、特定の方向であるLED101の中心軸方向へ、所定の大きい強度の光Lを進行させる。例えば、LED101の先端部にレンズ作用を有する透明樹脂を設けることにより、LED101の中心軸方向へ大きい強度の光Lを進行させることができる。図1に示す各LED101からの矢印は、それぞれのLED101の中心軸方向へ大きい強度の光Lが進行している様子を示す。

20

#### 【0026】

各LED101は、ロッドレンズ112の入射端面114上の位置Pを曲率の略中心とする球面上に各LED101の発光点がくるように位置決めして固定されている。このようにして、それぞれのLED101から進行する光Lを、位置Pに集めることができる。なお、光源装置110の構成は、それぞれのLED101からの光Lが、ロッドレンズ112の入射端面114上の位置に交点を有するように各LED101を配置するものに限られない。例えば、各LED101からの光Lの光路が、入射端面114の近傍、例えば、入射端面114よりロッドレンズ112の内側の位置に交点を有する構成としても良い。さらに、各LED101からの光Lの光路は、入射端面114の近傍における略同一の領域で交われば良い。各LED101も、位置Pを略中心とする球面上に各LED101の発光点がくるような配置に限らず、それに近い配置、例えば、各LED101の発光点が放物面上にくるような配置としても良い。

30

#### 【0027】

図2は、基板105の平面に対して垂直な方向から見た、光源装置110の構成を示す。上述のように、光源装置110は、複数のLED101をアレイ状に配置している。ここでは、複数のLED101のうち、略同心円上に配置されているLED101について基板105に固定する構成を示して説明を行うものとする。LED101は、2つのリード電極202を半田付けすることによって、基板105の平面上に固定されている。基板105の、LED101を固定する平面には、電気的な絶縁体であるレジスト層207が設けられている。レジスト層207の下には、導電性の部材である銅箔層が設けられている。

40

#### 【0028】

ここで、LED101を基板105に固定する方法を説明する。LED101を固定するときに、2つのリード電極202を半田付けする位置のレジスト層207を削り取り、銅箔層を露出させる。そして、銅箔層を露出させた部分に、半田の粒子を含むクリーム半田を載せる。クリーム半田は、レジスト層207によってはじかれ、表面張力によって、銅箔層が露出している部分に盛り上がるようにして載せられる。次に、銅箔層に載せられたクリーム半田にリード電極202を固定させることによりLED101を配置する。LED101を配置した状態の基板105を強熱下におくと、それぞれリード電極202が

50



半田層 242、244 で半田付けされる。このようにして、LED101 は、基板 105 の平面上に固定される。

【0029】

図 2 に示すように、各 LED101 は、一方のリード電極 202 を基板 105 の略中心に向けて、他方のリード電極 202 を、基板 105 の略中心とは反対の方向に向けて配置されている。基板 105 の略中心に向けられている各 LED101 のリード電極 202 は、一つの半田層 242 によって半田付けされている。半田層 242 は、基板 105 の平面に対して垂直な方向から見ると、基板 105 の略中心位置を中心とする円形状となるように設けられている。各 LED101 のリード電極 202 は、半田層 242 の円形状の外縁部に半田付けされる。

10

【0030】

また、基板 105 の略中心とは反対の方向に向けられている各 LED101 のリード電極 202 は、各 LED101 のリード電極 202 について設けられた半田層 244 によって半田付けされている。図 2 に示すように、半田層 244 は、基板 105 の平面に対して垂直な方向から見ると、リード電極 202 と略同一の形状となるように設けられている。これに対して、半田層 242 の円形状は、基板 105 の平面に対して垂直な方向から見ると、半田層 244 の形状より大きな面積となるように設けられている。このような半田層 242、244 の形状は、露出させる銅箔層の形状によって決定することができる。

【0031】

図 3 は、基板 105 に固定されている複数の LED101 のうちの一つの LED101 を、基板 105 の平面と略平行な方向に見た様子を示す。基板 105 は、LED101 を固定する側から、レジスト層 207、銅箔層 308、絶縁層 309 が設けられて構成されている。なお、LED101 を基板 105 に固定する構成について簡潔に説明を行うため、図 3 において LED101 を駆動するための配線等の図示を省略している。

20

【0032】

上述のように、また図 3 に示すように、半田層 242、244 は、それぞれレジスト層 207 が除かれた銅箔層 308 の上に設けられている。半田層 244 は、リード電極 202 と略同一の領域のレジスト層 207 が削り取られて露出された銅箔層 308 の上にクリーム半田を載せることによって形成される。このとき載せるクリーム半田の量は、露出している銅箔層 308 の領域に薄く広がるよりも多い量とする。このようにクリーム半田の量を多くすると、クリーム半田は、レジスト層 207 にはじかれ、表面張力によって銅箔層 308 の上に盛り上がる。このようにして、厚みをもった半田層 244 が形成される。半田層 244 が厚みをもって形成されることにより、半田層 244 によって固定されるリード電極 202 は、レジスト層 207 と間隔  $h_1$  をおいて固定される。

30

【0033】

半田層 242 は、基板 105 の平面上において、半田層 244 より広い領域に設けられている。半田層 242 は、半田層 244 を設ける場合より広い領域のレジスト層 207 を削り取って露出した銅箔層 308 の上にクリーム半田を載せることによって形成できる。このとき載せるクリーム半田の量は、露出している銅箔層 308 の領域に薄く広がる程度の量とする。このように薄く広がる程度のクリーム半田を載せることにより、半田層 242 は、薄い厚みをもって形成される。半田層 242 が薄い厚みをもって形成されることにより、半田層 242 によって固定されるリード電極 202 とレジスト層 207 との間隔  $h_2$  は、間隔  $h_1$  より小さくなる。間隔  $h_2$  が間隔  $h_1$  より小さいことから、LED101 は、図 3 に示すように、半田層 242 の側に傾いて固定される。このようにして、LED101 は、リード電極 202 とレジスト層 207 との間隔  $h_1$ 、 $h_2$  に応じて、基板 105 の平面に対して傾けて固定されている。LED101 が基板 105 の平面に対して傾きをもって固定されることにより、光 L は、斜めの方向へ進行する。

40

【0034】

図 3 に示す LED101 は、半田層 244 における間隔  $h_1$  を、半田層 242 における間隔  $h_2$  より大きくすることによって傾けて固定されている。複数の LED101 は、リ

50

ード電極202とレジスト層207との間隔h1、h2を適宜変更することによって、基板105の平面に対する傾きを決定する。例えば、間隔h2を、間隔h1より大きくすることにより、図3に示すLED101とは逆の方向に傾けてLED101を固定することができる。また、間隔h1と、間隔h2との差を大きくすると、より大きくLED101を傾けて固定することができる。半田層244、242の厚みは、レジスト層207を削り取って銅箔層308を露出させる領域の面積と、クリーム半田の量とによって決定される。間隔h1、h2は、半田層244、242の厚みによって適宜変更することができる。各LED101は、光Lの光路が略同一の領域に交点を有するような傾きとなるように間隔h1、h2を決定して固定する。図2に示す略同心円上のLED101以外のLED101についても、同様にして基板105に固定する。

10

#### 【0035】

なお、図2に示す各LED101は、基板105の略中心に向けられている各LED101のリード電極202が、一つの半田層242によって半田付けされている構成を示しているが、これに限られない。例えば、各LED101についてそれぞれに半田層を設けることとしても良い。また、半田層242、244の厚みの調整は、露出させる銅箔層308の領域の面積と、クリーム半田の量とによって行う場合に限らず、いずれか一方のみによっても調節することができる。

#### 【0036】

このようにして複数のLED101を設けることにより、各LED101からの光を効率良く略一点に供給することができる。各LED101からの光を効率良く略一点に供給できると、各LED101からの光を効率良くロッドレンズ112の入射端面114に供給することが可能となる。光源装置110は、基板105においてLED101を配置する領域が大型となっても、各LED101からの光を効率良く略一点に供給することが可能である。このため、LED101を増加させること、個々のLED101を大型とすることによって、光量を増やすことが容易にできる。

20

#### 【0037】

また、本発明の光源装置110は、集光レンズ等を用いず、基板105と複数のLED101との簡易かつ低コストな構成により、効率良く光を供給することを可能とする。また、集光レンズ等を用いる必要がないと、LED101からの光を集光するための空間的間隔を設けることも不要である。簡易な構成で、かつ、集光のための空間的間隔も不要であることから、本発明は、小型の構成に適するものである。これにより、複数のLED101を用いて効率良く光を利用でき、かつ小型に適する構成にできるという効果を奏する。また、基板105を平面状とすることにより、基板105を容易に形成することができる。さらに、2つのリード電極202についての半田層242、244の厚みに応じてLED101の傾きを容易に決定することができることから、各LED101の傾きを異ならせて容易に固定することができる。

30

#### 【0038】

なお、プロジェクタ100に用いられる導光部は、ロッドレンズ112に限られない。例えば、ロッドレンズ112に代えて、内面に反射面を有するロッドインテグレートを用いることとしても良い。内面に反射面を有するロッドインテグレートは、反射面における反射を繰り返すことによって、光源装置110からの光の強度分布を略均一化させる。また、導光部として、複数のマイクロレンズをアレイ状に配置するフライアイレンズを用いることとしても良い。フライアイレンズは、各マイクロレンズからの光を液晶表示装置125に重畳して照射させることによって、光源装置110からの光の強度分布を略均一化させる。

40

#### 【0039】

さらに、光源装置110は、白色光を供給するLED101を用いる構成に限らず、R光を供給するR光用LEDと、G光を供給するG光用LEDと、B光を供給するB光用LEDとをアレイ状に配置する構成としても良い。R光用LED、G光用LED、B光用LEDからの光をカラーフィルタ122で色分離する構成としても、フルカラー像を得るこ

50

とができる。

【実施例 2】

【0040】

図 4 は、実施例 2 に係る光源装置 410 に設けられている複数の LED101 のうちの一つの LED101 を示す。本実施例の光源装置 410 は、上記実施例 1 のプロジェクタ 100 の照明装置 120 に適用することができる。光源装置 410 は、各 LED401 を基板 105 に固定する構成のみが、上記実施例 1 の光源装置 110 と異なる。上記実施例 1 の光源装置 110 と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。本実施例の光源装置 410 は、LED401 のリード電極 402、404 の長さに応じて、基板 105 上の平面に対する傾きが決定されることを特徴とする。

10

【0041】

図 4 に示す LED401 の 2 つのリード電極 402、404 は、互いに異なる長さで設けられている。LED401 は、それぞれのリード電極 402、404 の曲げ部の基板 105 からの高さが互いに異なるように設けられている。一方のリード電極 402 の長さは、他方のリード電極 404 より短い。そして、リード電極 402、404 は、それぞれ半田層 442 によって平面状の基板 105 に半田付けされている。光源装置の製造時において、リード電極 402 と、リード電極 404 とを互いに異なる長さに形成するのは、LED401 の製造工程、LED401 を基板 105 に実装する工程のいずれのときであっても良い。

【0042】

20

一方のリード電極 402 が他方のリード電極 404 より短いため、LED401 は、基板 105 の平面に対してリード電極 402 の方向に傾けて固定される。LED101 が基板 105 の平面に対して傾きをもって固定されることにより、光 L は、斜めの方向へ進行する。図 4 に示す構成に対して、例えば、一方のリード電極 402 を他方のリード電極 404 より長くすると、図 4 に示す LED401 とは逆の方向に傾けて LED401 を固定することができる。また、リード電極 402 の長さと、リード電極 404 の長さとの差を大きくすると、より大きく LED401 を傾けて固定することができる。

【0043】

このようにして、光源装置 410 の複数の LED401 は、光 L の光路が略同一の領域に交点を有するように傾きを決定して固定される。このように、LED401 の傾きは、2 つのリード電極 402、404 の長さに差を設けることによって、容易に決定することができる。これにより、平面に対する傾きを異ならせて複数の LED401 を容易に固定することができるという効果を奏する。なお、各リード電極 402、404 は、半田付けによって基板 105 に固着する構成に限られない。例えば、半田付けによらず、導電性の固着部材によってリード電極 402、404 と基板 105 とを固着することとしても良い。

30

【実施例 3】

【0044】

図 5 は、本発明の実施例 3 に係る照明装置 520 の概略構成と、光源装置 510 からの光のうちの一部の光の進行方向とを示す。照明装置 520 は、上記実施例 1 のプロジェクタ 100 に適用することができる。上記実施例 1 の照明装置 120 と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。本実施例の照明装置 520 は、光源装置 510 の基板 105 の平面上に、反射面 505 が設けられていることを特徴とする。反射面 505 は、光沢性を有する金属部材、例えば、アルミニウム部材により構成することができる。

40

【0045】

上記の実施例 1 で説明したように、各 LED101 は、それぞれの LED101 の中心軸方向へ大きい強度の光を進行させる。そして、各 LED101 は、各 LED101 から中心軸方向へ進行する光の光路が略同一の領域に交点を有するように固定されている。このようにして、各 LED101 からの大きい強度の光を、ロッドレンズ 112 の入射端面

50

114に効率良く供給することができる。これに対して、各LED101からの一部の光は、それぞれのLED101の中心軸方向以外の方向へ進行する。各LED101から、それぞれのLED101の中心軸方向以外の方向へ進行する光は、ロッドレンズ112の入射端面114以外の方向へ進行する。

#### 【0046】

ロッドレンズ112の入射端面114以外の方向へ進行する光の一部は、プロジェクタ100（図1参照）の、ロッドレンズ112以外の部材や、プロジェクタ100の内壁等で反射され、光源装置510の方向へ進行する。図5は、LED101からの光の一部がロッドレンズ112以外の部材の面Sで反射されて、光源装置510の方向へ進行する様子を示している。光源装置510に設けられた反射面505によって、面Sで反射された光の一部を、ロッドレンズ112の入射端面114の方向へ進行させることができる。なお、ロッドレンズ112の入射端面114の方向へ進行させることができるのは、図5に示すような、基板105の周辺部の方向に進行する光に限られない。基板105の平面上の略全面に反射面505を設けることにより、例えば、LED101どうしの間の領域に進行する光の一部も、ロッドレンズ112の入射端面114の方向へ進行させることが可能となる。

10

#### 【0047】

このように、基板105上の平面に反射面505を設けることによって、一度ロッドレンズ112の入射端面114以外の方向へ進行する光の一部を、ロッドレンズ112の入射端面114の方向へ進行させる機会を設けることができる。さらに、反射面505が金属部材であることから、各LED101を駆動することにより発生する熱を効率良く放出することも可能となる。これにより、照明装置520の光利用効率と、放熱効率とを向上させることができるという効果を奏する。なお、反射面505としては、アルミニウム部材等の光沢性を有する金属部材に限らず、例えば、セラミック部材等から構成される白色散乱面であっても良い。

20

#### 【実施例4】

#### 【0048】

図6は、本発明の実施例4に係るプロジェクタ600の概略構成を示す。上記実施例1のプロジェクタ100と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。本実施例のプロジェクタ600は、光源装置610の基板605が球面からなることを特徴とする。

30

#### 【0049】

光源装置610は、R光を供給するR光用LED601Rと、G光を供給するG光用LED601Gと、B光を供給するB光用LED601Bとを有する。各色光用LED601R、601G、601Bは、基板605の上に設けられている。基板605は、ロッドレンズ112の入射端面114上の位置Pを曲率の略中心とする球面状をなしている。基板605の、各色光用LED601R、601G、601Bが設けられている側とは反対側の面には、層状の金属部材であるアルミニウム層607が設けられている。基板605は、球面状である点、及びアルミニウム層607を設ける点において、上記実施例1の光源装置110の基板105と異なる。

40

#### 【0050】

ロッドレンズ112で略均一化された光は、液晶表示装置625に入射する。液晶表示装置625は、光源装置610からの各色光を画像信号に応じて変調する透過型液晶表示装置である。ここで、光源装置610からの各色光の変調について説明する。各色光用LED601R、601G、601Bは、点灯と消灯とを高速に切り換えることが可能である。このため、画像信号に応じて光源装置610の各色光用LED601R、601G、601Bの点灯タイミングを異ならせることにより、一つの液晶表示装置625で各色光を変調することができる。

#### 【0051】

R光、G光、B光を順次投写し、全体として白色の投写像を得るためには、G光の光束

50

量が全体の光束量のうち60～80%であることを要する。各色光用LED601R、601G、601Bの出力量と数量とが同一である場合、G光の光束量が不足することとなる。このため、G色用LED601Gの点灯時間を、R光用LED601Rの点灯時間、及びB光用LED601Bの点灯時間のいずれよりも長くする。また、G光用LED601Gの数量を、R光用LED601Rの数量、及びB光用LED601Bの数量のいずれよりも多くすることにより、G光用LED601Gの点灯時間を、R光用LED601Rの点灯時間、及びB光用LED601Bの点灯時間と同一に、又は短くすることもできる。

#### 【0052】

上記実施例1の説明と同様に、本実施例の光源装置610は、各色光用LED601R、601G、601Bの数量を容易に増やすことができる。このため、G光用LED601Gの数量を、R光用LED601Rの数量、及びB光用LED601Bの数量のいずれよりも多くすることが容易である。この結果、簡易な構成で良好なカラーバランスの投写像を得ることができる。

#### 【0053】

次に、光源装置610の構成について詳細に説明する。各LED601R、601G、601Bは、それぞれ、LED601R、601G、601Bの中心軸方向へ、所定の大きい強度の光Lを進行させる。光源装置610の基板605は、ロッドレンズ112の入射端面114上の位置Pを曲率の略中心とする球面状の形状を有する。各色光用LED601R、601G、601Bは、球面状の基板605の上に配置されている。このため、各LED601R、601G、601Bは、それぞれ、LED601R、601G、601Bの中心軸方向へ進行する光Lの光路が位置Pに交点を有するように配置される。

#### 【0054】

光源装置610の構成は、各LED601R、601G、601Bからの所定の大きい強度の光Lが入射端面114の近傍に交点を有するものであれば良い。また、各色光用LED601R、601G、601Bからの光Lの光路は、入射端面114の近傍における略同一の領域で交われば良い。このため、基板605の構成は、入射端面114上の位置Pを曲率の略中心とする球面形状とするものに限られず、各色光用LED601R、601G、601Bからの光Lの光路が入射端面114の近傍の略同一の領域で交わるようなものであれば良い。例えば、基板605を、放物面形状としても良い。

#### 【0055】

基板605の、各色光用LED601R、601G、601Bが設けられている側とは反対側の面には、層状の金属部材であるアルミニウム層607が設けられている。基板605に設けられる層状の金属部材としては、塑性、延性が高く外力によって変形可能な部材であれば良く、アルミニウムのほか、銅や鉛等を用いることができる。基板605にアルミニウム層607を設けると、プレス加工を施すことによって、予め平面状に形成された基板605を容易に球面形状に変形することができる。さらに、平面状に形成された基板605に予め各色光用LED601R、601G、601Bを実装した後に、プレス加工を施すこととしても良い。このように、アルミニウム層607を設ける構成とすることにより、光源装置610を容易に製造することができるという効果を奏する。

#### 【0056】

なお、基板605におけるアルミニウム層607の位置は、各色光用LED601R、601G、601Bを設ける面と反対側の面に限られない。プレス加工によって基板605にクラックを生じない構成であれば良く、例えば、アルミニウム層607は、基板605の内部に設けても良い。さらに、光源装置610は、基板605の整形が可能であれば、アルミニウム層607を省略する構成としても良い。

#### 【0057】

基板605の球面上に複数のLED601R、601G、601Bを固定することにより、それぞれのLED601R、601G、601Bから特定の方向へ進行する光の光路が略同一の領域に交点を有するような構成にできる。基板605の所定面を球面とすると

、各固体発光素子から特定の方向へ進行する光の光路は、球面の曲率中心位置の近傍で交わる。また、基板605の所定面は球面に限られず、各LED601R、601G、601Bから特定の方向へ進行する光の光路が略同一の領域で交わる構成であれば良い。例えば、基板605の所定面を放物面としても良い。これにより、効率良く光を利用でき、かつ小型に適する構成とすることができるといふ効果を奏する。さらに、基板605自体を球面又は放物面に加工し、その面上に各LED601R、601G、601Bを固定すればよいことから、光源装置610を容易に製造することができる。

【実施例5】

【0058】

図7は、本発明の実施例5に係る照明装置720の概略構成と、光源装置710からの光のうちの一部の光の進行方向とを示す。照明装置720は、上記実施例4のプロジェクタ600に適用することができる。上記実施例4の照明装置620と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。本実施例の照明装置720は、光源装置710の基板605の平面上に、反射面705が設けられていることを特徴とする。反射面705は、光沢性を有する金属部材、例えば、アルミニウム部材により構成することができる。

【0059】

各LED601R、601G、601BからそれぞれのLED601R、601G、601Bの中心軸方向以外の方向へ進行する光が光源装置710の方向へ進行する説明は、上記実施例3の照明装置520についての説明と同様である。本実施例5の照明装置720は、基板605の球面又は放物面上に反射面705を設ける点において、基板605の平面上に反射面505を設ける照明装置520の構成とは異なる。球面又は放物面であることから、反射面705は、光源装置710の方向へ進行する光をロッドレンズ112の入射端面114の方向へ反射させるリフレクタとしての機能を有する。

【0060】

反射面705は、ロッドレンズ112以外の部材で反射されて光源装置710の方向へ進行する光の一部を、リフレクタ機能によりロッドレンズ112の入射端面114の方向へ進行させることができる。このように、反射面705を設けることによって、入射端面114の方向以外の方向へ進行した光を、入射端面114へ進行させる機会を設けることができる。さらに、反射面705が金属部材であることから、各LED601R、601G、601Bを駆動することにより発生する熱を効率良く放出することも可能となる。これにより、照明装置720の光利用効率と、放熱効率とを向上させることができるという効果を奏する。なお、反射面705としては、アルミニウム部材等の光沢性を有する金属部材に限らず、例えば、セラミック部材等から構成される白色散乱面であっても良い。

【実施例6】

【0061】

図8は、本発明の実施例6に係るプロジェクタ800の概略構成を示す。本実施例のプロジェクタ800は、3つの透過型液晶表示装置を備えた、いわゆる3板式透過型液晶プロジェクタである。プロジェクタ800は、R光を供給するR光用照明装置820Rと、G光を供給するG光用照明装置820Gと、B光を供給するB光用照明装置820Bとを有する。上記実施例4のプロジェクタ600の照明装置620と同一の構成については同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

【0062】

R光用照明装置820Rは、R光用光源装置810Rと、ロッドレンズ112とから構成される。R光用光源装置810Rは、複数のR光用LED801Rを有する。R光用照明装置820Rの構成は、R光用光源装置810Rに配置されるLEDがR光用LED801Rのみである点以外において、上記実施例4の照明装置620の構成と同様である。R光用照明装置820Rで強度分布を略均一化されたR光は、R光用液晶表示装置825Rに入射する。R光用液晶表示装置825Rは、R光を画像信号に応じて変調して、ダイクロイックプリズム850に入射させる。

10

20

30

40

50

## 【0063】

G光用照明装置820Gは、G光用光源装置810Gと、ロッドレンズ112とから構成される。G光用光源装置810Gは、複数のG光用LED801Gを有する。G光用照明装置820Gの構成は、G光用光源装置810Gに配置するLEDがG光用LED801Gのみである点以外において、上記実施例4の照明装置620の構成と同様である。G光用照明装置820Gで強度分布を略均一化されたG光は、G光用液晶表示装置825Gに入射する。G光用液晶表示装置825Gは、G光を画像信号に応じて変調して、ダイクロイックプリズム850に入射させる。

## 【0064】

B光用照明装置820Bは、B光用光源装置810Bと、ロッドレンズ112とから構成される。B光用光源装置810Bは、複数のB光用LED801Bを有する。B光用照明装置820Bの構成は、B光用光源装置810Bに配置するLEDがB光用LED801Bのみである点以外において、上記実施例4の照明装置620の構成と同様である。B光用照明装置820Bで強度分布を略均一化されたB光は、B光用液晶表示装置825Bに入射する。B光用液晶表示装置825Bは、B光を画像信号に応じて変調して、ダイクロイックプリズム850に入射させる。

## 【0065】

クロスダイクロイックプリズム850は、2つのダイクロイック膜852、854を有する。2つのダイクロイック膜852、854は、X字型に直交して配置されている。ダイクロイック膜852は、R光を反射し、G光を透過する。ダイクロイック膜854は、B光を反射し、G光を透過する。このように、クロスダイクロイックプリズム850は、R光用液晶表示装置825Rと、G光用液晶表示装置825Gと、B光用液晶表示装置825Bとにおいて変調されたR光、G光及びB光を合成して投写レンズ130の方向に進行させる。

## 【0066】

各色光用照明装置820R、820G、820Bは、上記実施例4の照明装置620と同様の構成を有することから、照明装置620と同様に、効率良く光を利用でき、かつ小型に適する構成とすることができるという効果を奏する。なお、上記各実施例のプロジェクタは、光源装置を、他の実施例にて説明した光源装置に変更して構成とすることができる。また、プロジェクタは、透過型液晶表示装置を用いる構成に限らず、反射型液晶表示装置や、ティルトミラーデバイスを用いる構成としても良い。さらに、光源装置に用いる固体発光素子としては、LEDに限らず、例えば、半導体レーザやエレクトロ・ルミネッセンス(EL)であっても良い。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0067】

以上のように、本発明に係る光源装置は、プレゼンテーションや動画を表示する場合に有用であり、特に、プロジェクタからの投写像を表示する場合に適している。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0068】

【図1】本発明の実施例1に係るプロジェクタの概略構成図。

【図2】複数のLEDを基板に固定する構成の説明図。

【図3】LEDを基板に固定する構成の説明図。

【図4】本発明の実施例2に係る光源装置の構成の説明図。

【図5】本発明の実施例3に係る照明装置の概略構成図。

【図6】本発明の実施例4に係るプロジェクタの概略構成図。

【図7】本発明の実施例5に係る照明装置の概略構成図。

【図8】本発明の実施例6に係るプロジェクタの概略構成図。

## 【符号の説明】

## 【0069】

100 プロジェクタ、101 LED、103 半田層、105 基板、110 光源

10

20

30

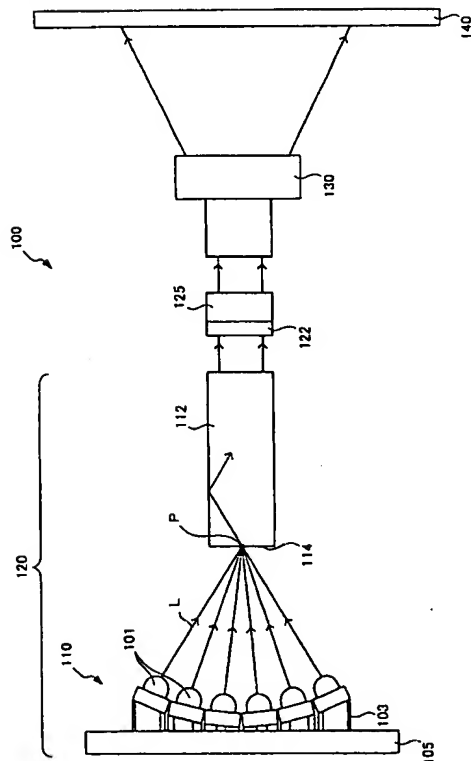
40

50

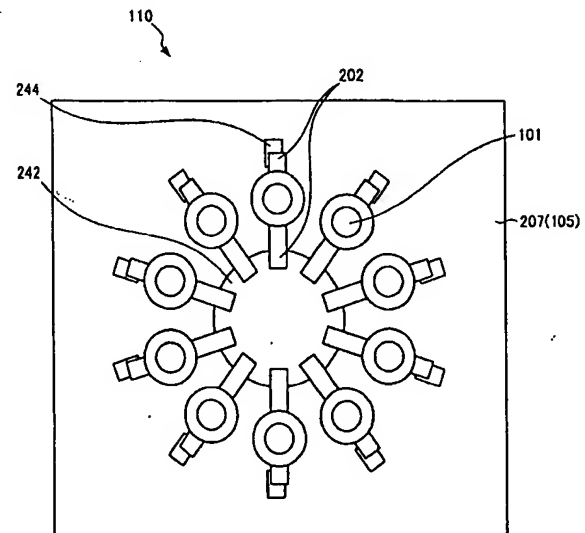
装置、112 ロッドレンズ、114 入射端面、120 照明装置、122 カラーフィルタ、125 液晶表示装置、130 投写レンズ、140 スクリーン、202 リード電極、207 レジスト層、242、244 半田層、308 銅箔層、309 絶縁層、402、404 リード電極、410 光源装置、442 半田層、505 反射面、510 光源装置、520 照明装置、600 プロジェクタ、601R R光用LED、601G G光用LED、601B B光用LED、605 基板、607 アルミニウム層、610 光源装置、620 照明装置、625 液晶表示装置、705 反射面、710 光源装置、720 照明装置、800 プロジェクタ、801R R光用LED、801G G光用LED、801B B光用LED、810R R光用光源装置、810G G光用光源装置、810B B光用光源装置、820R R光用照明装置、820G G光用照明装置、820B B光用照明装置、825R R光用液晶表示装置、825G G光用液晶表示装置、825B B光用液晶表示装置、850 クロスダイクロイックプリズム、852、854 ダイクロイック膜、h1、h2 間隔、L 光、P 位置、S 面

10

【図1】

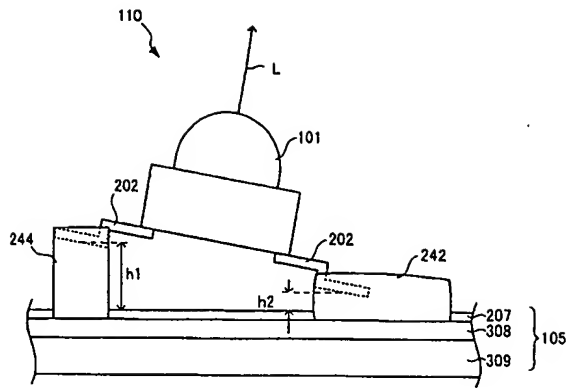


【図2】

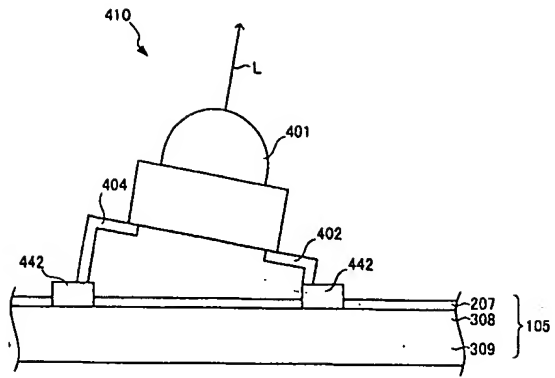




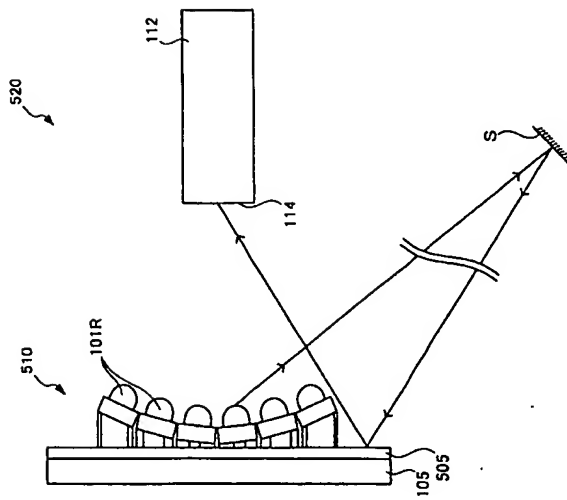
【図 3】



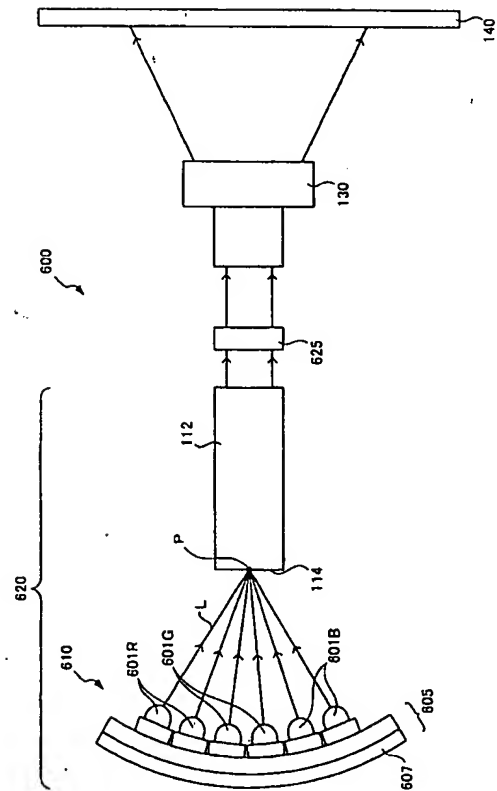
【図 4】



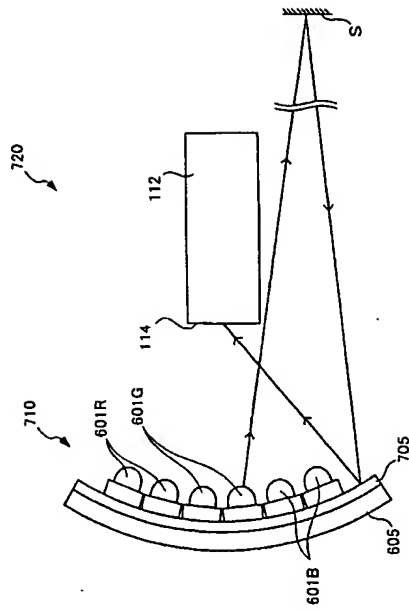
【図 5】



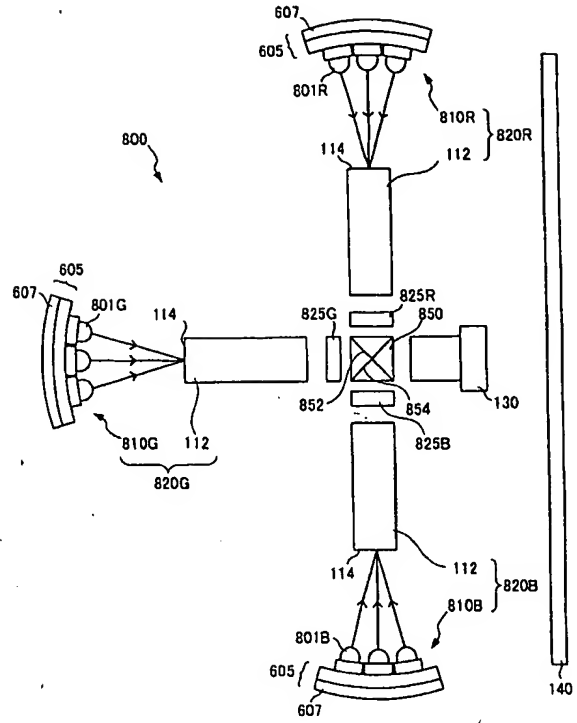
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 L 33/00

F 2 1 S 1/02

G

// F 2 1 Y 101:02

F 2 1 Y 101:02

F ターム (参考) 5F041 AA06 AA39 AA47 DB02 DC08 DC23 DC83 EE12 EE22 FF06

FF11 FF16

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**